

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000152537
PUBLICATION DATE : 30-05-00

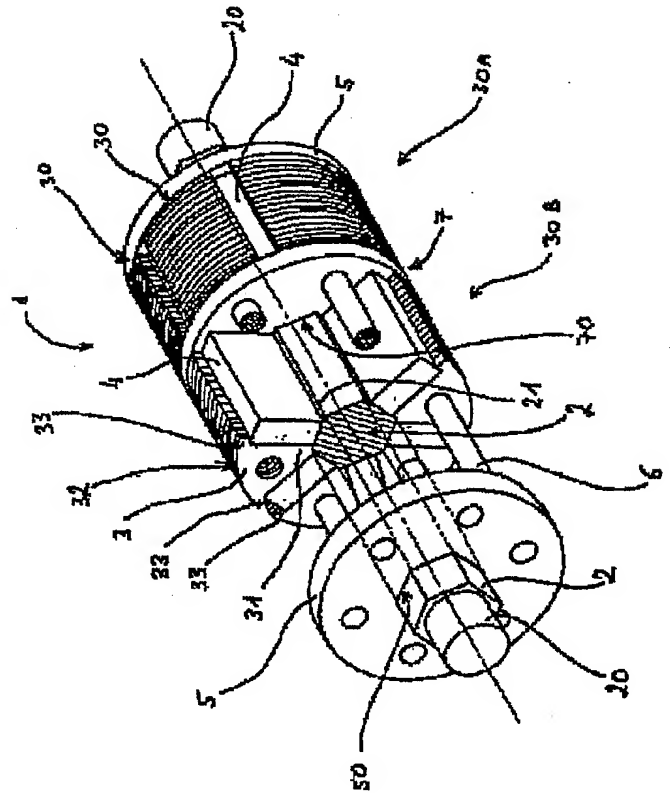
APPLICATION DATE : 12-11-99
APPLICATION NUMBER : 11322844

APPLICANT : CONCEPTION & DEV MICHELIN SA;

INVENTOR : VARENNE PIERRE;

INT.CL. : H02K 1/27 H02K 1/28

TITLE : ELECTRIC MACHINE WITH ROTOR
ADAPTED ESPECIALLY TO HIGH
SPEED



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a design for a dynamo electric machine, which is capable of attaining high rotational speed, for example, at least 12,000 rpm, without encountering any problem associated with torque transmission or centrifugation of a rotor.

SOLUTION: This dynamo electric machine is one of embedded magnet and flux concentration type. A rotor 1 contains ferromagnetic sheets 3, assembled and retained on the shaft 2 with tie rods 6 which enclose each pole piece between lateral flanges 5. The machine contains intermediate flanges 7, with each pole piece being divided into several sectors 30A and 30B aligned axially and separated by the intermediate flange. A polygonal shaft 2 crosses each intermediate flange, passing through a central recess 70. Each intermediate flange is crossed by at least one tie rod 6 per pole piece.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-152537
(P2000-152537A)

(43) 公開日 平成12年5月30日 (2000.5.30)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 2 K 1/27

識別記号
5 0 1

F I
H 0 2 K 1/27

テーマコード* (参考)

5 0 1 C

5 0 1 K

1/28

1/28

A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-322844

(22) 出願日 平成11年11月12日 (1999.11.12)

(31) 優先権主張番号 9 8 1 4 4 4 2

(32) 優先日 平成10年11月13日 (1998.11.13)

(33) 優先権主張国 フランス (F R)

(71) 出願人 597117396

コンセプトション エ デヴロップマン ミ

シュラン, ソシエテ アノニム

スイス国 1762 ジヴィズィエ ルット

アンドレ ビレ 30

(72) 発明者 ビエール ヴァレンヌ

スイス国 1740 ネイリュ ルット デ

シモン 3

(74) 代理人 100092277

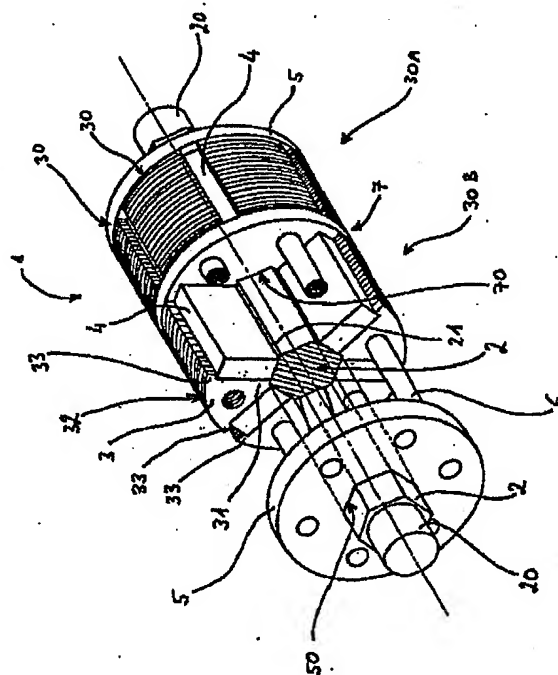
弁理士 越場 隆

(54) 【発明の名称】 ロータを高速用に特別適合させた電気装置

(57) 【要約】

【課題】 ロータを高速用に特別適合させた電気装置。

【解決方法】 提案する回転電気装置は埋め込み磁石および磁束集中を有する形式の装置である。ロータ1は強磁性シート3を含み、このシート3はシャフト2上に組立てられ且つタイロッド6によって保持され、このタイロッド6は各磁極片を側面フランジ5の間に閉じ込める。この装置は中間フランジ7を備え、各磁極片は複数のセクタ30A、30Bに分けられ、このセクタは軸方向に整合され且つ中間フランジによって分離される。多角形シャフト2は中央孔70を通して各中間フランジを横切る。各中間フランジは磁極片1個当たり少なくとも1本のタイロッド6によって横切られている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステータを保持する支持構造体を形成する外側ケーシングを備える回転電気装置であって、ロータ(1)を備え、このロータが：

- ・ベアリング(20)によって外側ケーシング上に取り付けられた非磁性材料の単一部材で形成されたシャフト(2)であって前記ベアリングが前記シャフトの回転軸を規定するシャフトと、

- ・シャフトを取り囲む複数の磁極片(30)および永久磁石(4)を備える組立体であって磁極片がそれらの間にチャンバを規定し、前記チャンバがシャフトの表面からロータとステータとの間の空隙まで延び、前記永久磁石(4)を収容している組立体と、

- ・前記組立体の軸方向の各側面にある側面フランジ(5)であって、前記シャフトが前記側面フランジに設けられた中央孔を通して前記フランジ(5)を貫通する側面フランジと、

- ・磁極片1個当たり少なくとも1本のタイロッド(6)であって各磁極片を貫通して側面フランジの間に磁極片を封入することができるタイロッドとを備え、回転軸に対して直角な断面から見て、前記シャフトが凸状の円形でない形状を形成し、前記組立体と協働して前記組立体を前記シャフトに相対回転しないよう固定することを特徴とする装置。

【請求項2】 回転軸に対して直角な断面から見て、シャフトが端縁(21)によって分離された平面を含む凸状の多角形を形成する請求項1に記載の装置。

【請求項3】 回転軸に対して直角な断面から見て、各磁極片が磁石の正面にほぼ放射方向の端縁を有し、シャフトの正面には、上記磁極片がシャフトの端縁(21)の1つと係合するように設計された凹角を形成する請求項2に記載の装置。

【請求項4】 上記組立体がシャフト(2)の平面と直接接触する平行六面体磁石を含む請求項2または3に記載の装置。

【請求項5】 シャフトが側面フランジ5の間およびその正面に任意の軸方向位置で同一の断面を有する請求項1～4のいずれか一項に記載の装置。

【請求項6】 各磁極片が強磁性シート(3)の重なりを有し、各シートがシャフトの軸に対してほぼ直角である請求項1～5のいずれか一項に記載の装置。

【請求項7】 少なくとも1つの中間フランジ(7)を備え、各磁極片が複数のセクタ(30A、30B...)に分けられ、このセクタは軸方向に整合され且つ中間フランジによって分離されており、シャフトが中央孔を通して各中間フランジを横切り、各中間フランジが磁極片1個当たり少なくとも1本の上記タイロッドによって横切られている請求項1～6のいずれか一項に記載の装置。

【請求項8】 ステータが冷却液を循環するためのダクトを含む請求項1～7のいずれか一項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明はロータが永久磁石を備える回転電気装置に関するものである。特に、本発明はロータの孔に磁石が配置されている装置に関するものである。該電気装置は一般に「埋め込み磁石式」とよばれている。このようなロータの構成原理は磁束集中を有する自動同期装置に広く適用されている。

【0002】

【従来の技術】 回転電気装置のサイズはその定格負荷トルクに依存する。モータが供給できるトルクが大きければ大きい程、電気モータの容量は大きくなるが、他は全て同じである。しかし、モータの高電力とモータを極めてコンパクトにすることの両方を達成するのが望ましい用途が存在する。1つの具体例を簡単に挙げると、自動車のホイールに電気駆動モータを取り付ける場合は、モータ1台当たり少なくとも10kW、多くの場合、できるだけ重量を軽くしてばね下重量に過負荷をかけないようにモータ1台当たり少なくとも25または30kWの電力を発生できるのが望ましい。さらに、占有空間を極めてコンパクトにし、できるだけ小さくしたホイールの内部容量より大きくしてサスペンションの動きおよび自動車の本体に対するホイールの他の種類の運動において自動車の部分と干渉しないようにするのが望ましい。

【0003】 上記の2つの必要性(高電力および軽い重量および小さな必要空間)のために電気駆動モータを乗用車のホイールに取り付けることは非常に問題がある。ただし、現在市販されている電気装置の重量/電力比を徹底的に改良することはありえる。高速用の電気モータを選択することは所定の電力でトルク、従って必要空間を減らすことが可能な1つの解決策である。換言すれば、所定のモータの定格では、その定格回転速度が速ければ速い程、必要な空間は減る。しかし、回転電気装置の回転速度を上げることは機械の性能に多くの問題が生じ、上記回転電気装置の重量および占有空間をできるだけ大きく含むことが望まれる場合には特に困難である。

【0004】

【発明の解決しようとする課題】 本発明の目的はトルクの伝達またはロータの遠心のいかなる問題にも直面せずに速い回転速度、例えば少なくとも最大12,000回転/分を達成することができる回転電気装置の設計を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明では、ステータを保持する支持構造体を形成する外側ケーシングを備える回転電気装置がロータを備え、このロータが：

- ・ベアリングによって外側ケーシング上に取り付けられた非磁性材料の単一部材で形成されたシャフトであって前記ベアリングが前記シャフトの回転軸を規定するシャフトと、

・ シャフトを取り囲む複数の磁極片および永久磁石を備える組立体であって磁極片がそれらの間にチャンバを規定し、前記チャンバがシャフトの表面からロータとステータとの間の空隙まで延び、前記永久磁石を収容している組立体と、

・ 前記組立体の軸方向の各側面にある側面フランジであって、前記シャフトが前記側面フランジに設けられた中央孔を通して前記フランジを貫通する側面フランジと、

・ 磁極片1個当たり少なくとも1本のタイロッドであって各磁極片を貫通して側面フランジの間に磁極片を封入することができるタイロッドとを備え、回転軸に対して直角な断面から見て、前記シャフトが凸状の円形でない形状を形成し、前記組立体和協働して前記組立体を前記シャフトに相対回転しないよう固定する。

【0006】

【発明の実施の形態】シャフトの形状によって、磁極片の軸方向長さの少なくとも局部に、好ましくは全体にわたって、磁極片からシャフトへトルクを直接伝達することができる。シャフトは、回転軸に対して直角な断面から見て、端縁によって分離された平面を含む通常の凸状の多角形を形成するのが好ましい。各磁極片は、回転軸に対して直角な断面から見て、磁石の正面にほぼ放射方向の端縁を有し、シャフトの正面には、上記磁極片がシャフトの端縁の1つを中心として配置されるように設計された凹角を形成する。六角形は磁極片からシャフトへトルクを伝達するとともに、シャフトを確実に十分にコンパクトにするのに特に有利な多角形である。本発明は添付図面を参照した下記の説明からより明らかに理解されよう。本発明は下記実施例に限定されるものではない。

【0007】

【実施例】この図には六極の装置が示され、この図中にはロータ1、シャフト2およびベアリング20の位置を見ることができる。6個の磁極片30に組み立てられた強磁性シート3が見える。各シートはシャフトの軸に対してほぼ直角である。本発明はむくの磁極片の場合にも有用であることは簡単にわかる。シャフト2の両側には軸方向に側面フランジ5（好ましくは非磁性材料）が見られ、この側面フランジ5は磁極片30の両側に設置されている。各側面フランジ5は中央孔を有し、その形状はシャフト2の形状に適合されている。1個の磁極片30当たり1本のタイロッド6はシート3の各重なりを貫通してそれらをフランジ5の間に封入することができる。永久磁石4は磁極片30の間のチャンバに配置される。各シート3の半径方向外側面32はロータの軸を中心とした円弧である。この外側面32の側面の2個の小さい突起33が遠心で磁石4を保持する。さらに、磁石はそれらのチャンバに接着される。

【0008】タイロッド6は遠心力により生じる応力を

側面フランジ5に伝達する。側面フランジ5は上記シャフト2によって貫通され且つこのシャフト2に適合される単一部品に設計されることによってシャフト2と完全に一体に形成されるので、遠心上のロータの全ての部品は確実に保持される。この構成では、磁石4が各磁極片のシート3に加える遠心力およびシート3自体が受ける遠心力にタイロッド6のみが対抗する（各シート間の摩擦により生じる影響ならびに磁石4のシャフト2への接着は無視する）。ロータ1とステータ（図示せず）との間に存在する空隙もできるだけ狭くして磁気回路の磁気抵抗をできるだけ小さく維持すべきである。磁気抵抗を弱くすることによって所定の定格トルクレベルに対してより小さい磁石を採用することができる。このような構成にすることによって、磁極片および/または磁石を遠心で維持するための鳩尾形または類似の構成を全く含まないのでシャフト2は極めてコンパクトになる。

【0009】遠心でのシートの強度を高めるために、1つまたは複数の中間フランジ7を用いることができる。中間フランジ7は非磁性材料であるのが好ましい。それによってシートのずれを制限し、その代償として、空隙に磁束を発生させるため不活性ロータの軸方向長さがわずかに長くなる。これによって、狭い空隙が極めて速い回転速度との適合性を確実に維持しながら、中間フランジの数を増やすことによって、必要に応じて、ロータを極めて自由に長くすることができる。

【0010】各磁極片30はこのようにして複数のセクタ30A、30B…に分けられ、このセクタは軸方向に整列され、好ましくは非磁性材料の中間フランジ7によって分離されており、各中間フランジ7はシャフトの形状に合わせた形状の中央孔を有する。中間フランジ7は組立時にシャフト2上に極めて容易に取り付けられることができる。各中間フランジ7は、側面フランジ5と全く同様に、上記シャフト2によって貫通され、このシャフト2に適合された単一部品に設計されることによってシャフト2と完全に一体に形成されている。従って、各中間フランジ7は極めて速い回転速度での遠心によって生じうるずれに抵抗するのを助ける。各中間フランジは磁極片1個当たり少なくとも1本の上記タイロッド6によって横切られる。

【0011】トルクの伝達はシャフトの凸状多角形が提供する均一な支承によって保証され、上記均一な支承は上記組立体に配置された面と協働して上記組立体を上記シャフト上で相対回転しないよう固定する。このようにすることによって、トルクは磁極片とシャフトとの間で直接伝達される。上記凸状多角形はシャフト2の代表長さにわたって延びるのが好ましい。本発明を図示した例からわかるように、シャフトは各中間フランジ7の側にも凸状多角形支承を備え、この支承は各中間フランジ7の中央孔70に設けられたそれに対応する形の面と協働して各中間フランジ7を上記シャフト上で相対回転しな

いよう固定する。さらに、シャフトは各側面フランジ5の側にも凸状多角形支承を備え、こ支承は各側面フランジ5の中央孔50に配置されたそれに対応する形の面と協働して各側面フランジ5を上記シャフト上で相対回転しないよう固定する。

【0012】シャフトは側面フランジ5の間およびその正面に任意の軸方向位置で同一の断面（ここでは多角形）を有するのが好ましく、それによってトルクの伝達に有効な長さを最大にする。シャフトはベアリング20の間の軸方向長さのほぼ全体にわたってここでは多角形断面である。シート組立体ならびに側面および中間フランジはトルクをシャフトへ伝達するのを助け、上記フランジの応力を軽減する。さらに、シャフトの多角形設計およびシートの底面の形状が互いに追従することによって、シートのシャフト上での割出しが容易になり、モータの取り付けが容易になる。

【0013】従ってシャフトを多角形断面の構成にし、それにより複数の平面を有するようにすることはそれ自体、ロータの占める半径方向空間をできるだけ減らすのに極めて有用である。実際に、各磁石4のチャンバの底はそうように平らである。そうすることによって空間を減らさずに平行六面体磁石を挿入することができる。永久磁石4はシャフト2に直接接触しており、後者は単一部品で構成され、各磁石は多角形の面（平面）の1つに当接している。このような設計原理ではシャフトが磁気

短絡を生じることのないようにシャフトを非磁性材料にする必要がある。磁極片の各シートは回転軸に対して直角な断面を有し、この断面は三角形の一般的な外観を有し、その頂点31はシャフト2の6つの端縁21のうちの1つを中心として正確に配置されるように形成されている。モータをさらにコンパクトにするために、冷却液体、例えば、自動車の熱機関の冷却に用いられる型の冷却液を循環するためのダクトをステータに設けるような構成を考えることができる。当然、交流発電機も同様に製造することができる。

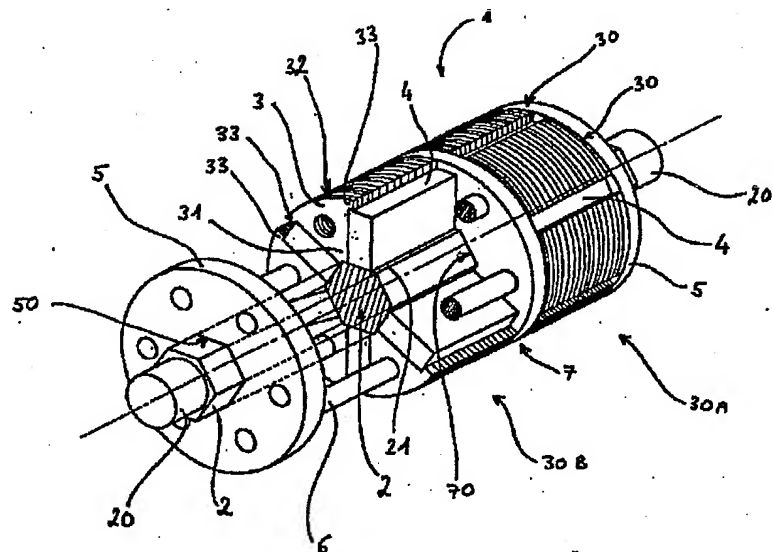
【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明のモータのロータを示す投影図である。

【符号の説明】

- 1 ロータ
- 2 シャフト
- 3 強磁性シート
- 4 永久磁石
- 5 側面フランジ
- 6 タイロッド
- 7 中間フランジ
- 20 ベアリング
- 21 端縁
- 30 磁極片
- 30A、30B セクタ

【図1】



【外国語明細書】

1. Title of Invention

Electric machine whose rotor is specially adapted to high speeds

2. Claims

1. Rotating electric machine, comprising an outer casing forming a support structure holding a stator, said machine comprising a rotor (1) comprising:

• a shaft (2) made in a single piece of nonmagnetic material mounted by means of bearings (20) on the outer casing, said bearings (20) defining an axis of rotation of said shaft,

• an assembly including a plurality of pole pieces (30) surrounding the shaft and permanent magnets (4), the pole pieces delimiting between them chambers extending from the surface of the shaft to the air gap between rotor and stator, said chambers accommodating said permanent magnets (4),

• a lateral flange (5) on each side of said assembly axially, the shaft crossing said flange (5) through a central recess provided on said lateral flange,

• at least one tie rod (6) per pole piece, passing through each pole piece and allowing to enclose them between the lateral flanges,

in which said shaft, seen in section perpendicular to the axis of rotation, forms a convex noncircular figure, cooperating with said assembly to immobilize it in relative rotation on said shaft.

2. Machine according to Claim 1, in which the shaft, seen in section perpendicular to the axis of rotation, forms a convex polygon containing plane facets separated by edges (21).

3. Machine according to Claim 2, in which each pole piece, seen in section perpendicular to the axis of rotation, has substantially radial edges opposite magnets and, opposite the shaft, forms a re-entering angle designed to engage said pole piece on one of the edges (21) of the shaft.

4. Machine according to Claim 2 or 3, in which said assembly contains parallelepipedal magnets in direct contact on the plane facets of the shaft (2).

5. Machine according to one of Claims 1 to 4, in which the shaft presents an identical section at any axial position between the lateral flanges and opposite the latter.

6. Machine according to one of Claims 1 to 5, in which each pole piece contains a stack of ferromagnetic sheets (3), each sheet being roughly perpendicular to the axis of the shaft.

7. Machine according to one of Claims 1 to 6, comprising at least one intermediate flange (7), each pole piece being divided into several sectors (30A, 30B,...) aligned axially and separated by an intermediate flange, the shaft crossing each intermediate flange through a central recess, each intermediate flange being crossed by at least one of said tie rods per pole piece.

8. Machine according to one of Claims 1 to 7, characterized in that the stator contains a duct for circulation of a coolant.

3. Detailed Description of Invention

The invention relates to rotating electric machines whose rotor contains permanent magnets. More precisely, the invention concerns machines in which the magnets are placed in recesses of the rotor. The electric machines in question are commonly described by the expression "with embedded magnets." This rotor arrangement principle is widely applied for automatic synchronous machines with flux concentration.

The size of a rotating electric machine depends on its rated load torque. The greater the torque that a motor is capable of delivering, the more voluminous the electric motor, everything else otherwise being equal. There are, however, applications for which it is desirable to attain both high power and great compactness of the motor. To give simply one concrete example, when it is sought to install electric traction motors in the wheels of motor vehicles, it is desirable to be able to develop power equal

to at least 10 kW per motor and even, most of the time, at least 25 or 30 kW per motor for as low a weight as possible, in order not to overload unsprung weights. It is also desirable for the space occupied to be very compact, exceeding the interior volume of the wheel as little as possible in order not to interfere with the parts of the vehicle in suspension movements and on other types of motion of the wheel relative to the body of the vehicle.

Those two imperatives (high power and low weight and space required) make highly problematical the installation of electric traction motors in the wheels of passenger vehicles, except to radically improve the weight/power ratio of the electric machines currently available on the market.

The choice of a high speed for an electric motor is a solution making it possible, at given power, to reduce the torque and therefore the space required. In other words, for a given motor rating, the greater its rated speed of rotation, the less the space it requires. But raising the speed of rotation of a rotating electric machine poses numerous problems of mechanical performance that are especially arduous, if it is desired to contain the weight and the space occupied by said rotating electric machine as much as possible.

The object of the invention is to propose a rotating electric machine design which makes it possible to attain high speeds of rotation, at least up to 12,000 revolutions per minute, for example, without encountering any problem either of torque transmission or of rotor centrifugation.

According to the invention, the rotating electric machine, comprising an outer casing forming a support structure holding a stator, comprises a rotor comprising:

- a shaft made in a single piece of nonmagnetic material mounted by means of bearings on the outer casing, said bearings defining an axis of rotation of said shaft,

- an assembly embodying a plurality of pole pieces surrounding the shaft and permanent magnets, the pole pieces delimiting between them chambers extending from the surface of the shaft to the air gap between rotor and stator, said chambers accommodating said permanent magnets,

- a lateral flange on each side of said assembly axially, the shaft crossing said flange through a central recess provided on said lateral flange,

at least one tie rod per pole piece, passing through each pole piece and allowing to enclose them between the lateral flanges,

in which said shaft, seen in section perpendicular to the axis of rotation, forms a convex noncircular figure, cooperating with said assembly to immobilize it in relative rotation on said shaft.

The configuration of the shaft makes possible a torque transmission direct from the pole pieces to the shaft, at least in localized fashion or preferably over the whole axial length of the pole pieces. The shaft, seen in section perpendicular to the axis of rotation, preferably forms a regular convex polygon, containing plane facets separated by edges. Each pole piece, seen in section perpendicular to the axis of rotation, then presents generally radial edges opposite the magnets and, opposite the shaft, forms a reentrant angle designed to center said pole piece on one of the edges of the shaft. A hexagonal polygon is particularly favorable to torque transmission from the pole pieces to the shaft, while ensuring good compactness of the shaft.

The invention will be better understood by the description of a non limitative example, referring to the attached drawing.

In the drawing a hexapolar machine is represented, in which the rotor 1, the shaft 2 and the position of the bearings 20 can be seen. Ferromagnetic sheets 3 assembled in six pole pieces 30 are visible. Each sheet is roughly perpendicular to the axis of the shaft. Let us simply note, in passing, that the invention is also useful in the case of solid pole pieces. On both sides of the shaft 2, axially, a lateral flange 5 can be seen (preferably of nonmagnetic material), situated on each side of the pole pieces 30. Each lateral flange 5 has a central recess, the shape of which is adjusted to that of the shaft 2. One tie rod 6 per pole piece 30 crosses each stack of sheets 3 and makes it possible to enclose them between the flanges 5. Permanent magnets 4 are placed in the chambers between the pole pieces 30. The radially outer side 32 of each sheet 3 is an arc of a circle centered on the axis of the rotor. Flanking that side 32, two small lugs 33 retain the magnets 4 in centrifugation. Furthermore, the magnets are glued in their chamber.

The tie rods 6 transfer the stresses due to the centrifugal force on the lateral flanges 5. The latter being perfectly integral with the shaft 2 by their design in a single piece crossed by and adjusted on said shaft 2, holding of all the pieces of the rotor on centrifugation is therefore assured. In that arrangement solely the tie rods 6 oppose the centrifugal force that the magnets 4 exert on the sheets 3 of each pole piece and the centrifugal force that the sheets 3 themselves undergo (the effect due to friction between each sheet as well as gluing of the magnets 4 on the shaft 2 being overlooked). The air gap existing between the rotor 1 and the stator (not represented) should also be as small as possible in order to keep the reluctance of the magnetic circuit as low as possible. Weak reluctance makes it possible to adopt smaller magnets for a given rated torque level. Thanks to that arrangement, the shaft 2 is very compact, for it does not contain any dovetail or similar arrangement intended to keep the pole pieces and/or magnets in centrifugation.

To perfect the strength of the sheets on centrifugation, it is possible to use one or more intermediate flanges 7. The latter are preferably of nonmagnetic material. That limits sheet displacements at the cost of a slight increase in axial length of the inactive rotor in order to develop a flux in the air gap. It makes it possible to lengthen the rotor very freely, if necessary, by multiplying the number of intermediate flanges, while guaranteeing that the small air gap remains compatible with very high speeds of rotation.

Each pole piece 30 is thus divided into several sectors 30A, 30B,... aligned axially and separated by an intermediate flange 7, preferably of nonmagnetic material, each intermediate flange 7 having a central recess of shape adjusted to that of the shaft. The intermediate flange 7 can, on mounting, be very easily attached on the shaft 2. Each intermediate flange 7 is, just like the lateral flanges 5, perfectly integral with the shaft 2 by its design in a single piece crossed by and adjusted on said shaft 2. Each intermediate flange 7 therefore contributes to resisting the displacements that centrifugation could cause at very high speeds of rotation. Each intermediate flange is crossed by at least one of said tie rods 6 per pole piece.

Transmission of the torque is secured by the flat bearings provided by the convex polygonal shape of the shaft, said flat bearings cooperating with facets arranged on said assembly in order to immobilize it in relative rotation on said shaft. In this way, the torque is directly transmitted between the pole pieces and the shaft. Said convex polygonal shape preferably extends over a great length of the shaft 2. It can be seen in the example illustrating the invention that the shaft contains a convex polygonal bearing also opposite each intermediate flange 7, cooperating with facets of complementary shape provided on the central recess 70 of each of the intermediate flanges 7 in order to immobilize it in relative rotation on said shaft. In addition, the shaft contains a convex polygonal bearing also opposite each lateral flange 5, cooperating with facets of complementary shape arranged on the central recess 50 of each of the lateral flanges 5 in order to immobilize it in relative rotation on said shaft.

The shaft preferably presents an identical section (polygonal here) at any axial position between the lateral flanges 5 and opposite the latter, which maximizes the useful length on transmission of torque. The shaft is of hexagonal section here over almost the total axial length between the bearings 20. The sheet assembly as well as the lateral and intermediate flanges contribute to transmission of the torque to the shaft, which reduces the stresses in said flanges. Let us further note that the polygon design of the shaft and the shape of the base of the sheets which follow one another facilitate mounting of the motor by an easy indexing of the sheets on the shaft.

That arrangement of the shaft in polygonal section, therefore presenting plane facets, is in itself very useful in reducing as much as possible the radial space occupied by the rotor. In fact, in that way, the bottom of the chamber of each of the magnets 4 is flat. That makes it possible to insert parallelepipedal magnets without loss of space. The permanent magnets 4 are in direct contact on the shaft 2; the latter consists of a single piece; each magnet bears on one of the faces (flat) of the polygon. That design principle requires the shaft to be of nonmagnetic material, in order for the shaft not to create any magnetic short circuit. Each sheet of a pole piece presents a section perpendicular to the axis of

rotation having a triangular general course, the apex 31 of which is formed to be exactly centered on one of the six edges 21 of the shaft 2.

In order to further improve the compactness of the motor, it can be arranged for the stator to contain a duct for the circulation of a cooling liquid, for example, a coolant of the type used for cooling heat engines of motor vehicles. Of course, alternators can be built in the same way.

4. Brief Description of Drawings

Figure 1 is a perspective showing the rotor of a motor according to the invention.

1. Abstract

The rotating electric machine proposed is of the type with embedded magnets and flux concentration. The rotor 1 contains ferromagnetic sheets 3 assembled and retained on the shaft 2 by tie rods 6 enclosing each pole piece between the lateral flanges 5. The machine contains an intermediate flange 7, each pole piece being divided into several sectors 30A, 30B aligned axially and separated by an intermediate flange. A hexagonal shaft 2 crosses each intermediate flange through a central recess 70. Each intermediate flange is crossed by at least one tie rod 6 per pole piece.

2. Representative Drawings

Fig. 1